

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
54	14.03.25	Александров	С.А.Д.
Шифр			

1/2/3/4/5/6
4/18/7/20/5/54

Задача №1

1) Уравнение движения в векторной форме:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \mathbf{v}_0 t + \frac{1}{2} \mathbf{a} t^2$$

где: $\mathbf{r}$ - радиус (вектор положения); $\mathbf{r}_0$ - начальное положение ($\mathbf{r}_0 = 0$); $\mathbf{v}_0$ - начальная скорость; $\mathbf{a}$ - ускорение; t - время

2) 1. $\mathbf{v}_0 = 0$

$$\mathbf{v} = \mathbf{a} t$$

$$S = \frac{1}{2} \mathbf{a} t^2$$

2. $v_x = a t \cos 60^\circ = a t$

$$a_x = a \cos 120^\circ = -\frac{1}{2} a$$

$$v_y = a t \sin 60^\circ = 0$$

$$a_y = a \sin 120^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} a$$

$$S_x = v_x t + \frac{1}{2} a_x t^2 = a t^2 - \frac{1}{4} a t^2 = \frac{3}{4} a t^2$$

$$S_y = v_y t + \frac{1}{2} a_y t^2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a t^2 = \frac{\sqrt{3}}{4} a t^2$$

$$S_x = S_1 + S_{x2} = \frac{1}{2} a t^2 + \frac{1}{2} a t^2 = a t^2$$

$$S_y = S_{y2} = \frac{\sqrt{3}}{4} a t^2$$

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(a t^2)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{4} a t^2\right)^2}$$

$$S = a t^2 \sqrt{1 + \frac{3}{16}} = a t^2 \sqrt{\frac{19}{16}} = a t^2 \sqrt{\frac{19}{16}}$$

$$S = a t^2 \cdot \frac{\sqrt{19}}{4}$$

3) $A = \frac{23}{4} a$

$$A = \frac{2 \cdot a t^2 \cdot \frac{\sqrt{19}}{4}}{t^2} = a \frac{\sqrt{19}}{2}$$

Дав:

1. уравнение кинематики: $\mathbf{r} = \mathbf{v}_0 t + \frac{1}{2} \mathbf{a} t^2$

2. расстояние от начальной точки: $S = \frac{\sqrt{19}}{4} a t^2$

3. ускорение для возмущения в начальной точке:

$$A = \frac{\sqrt{19}}{2} a$$

Задача №2

1. $\Sigma F = 0$

F - силы, действующие на стержень (вес грузов $m g$, сила упругости пружины $k \Delta x$, реакция шарнира)

2. $\Sigma M = 0$

$M = F d$ - момент силы относительно точки крепления, d - плечо силы относительно точки крепления

$$M g \frac{L}{2} + M g L = k \Delta x L$$

$$k \Delta x L = M g \left(\frac{L}{2} + L \right) = M g \frac{3L}{2}$$

$$\Delta x = \frac{M g \frac{3L}{2}}{k L} = \frac{3 M g}{2 k}$$

1) $I k = \Sigma M$

$$I = m \left(\frac{L}{2} \right)^2 + m L^2 = m \frac{L^2}{4} + m L^2 = \frac{5}{4} m L^2$$

$$\Sigma M = M g \frac{L}{2} + M g L = M g \frac{3L}{2}$$

$$L = \frac{\Sigma M}{I} = \frac{M g \frac{3L}{2}}{\frac{5}{4} m L^2} = \frac{3 M g L}{2} \cdot \frac{4}{5 m L^2} = \frac{12 M g}{10 m L} = \frac{6 g}{5 L}$$

$$a_1 = L \cdot \frac{L}{2} = \frac{6 g}{5 L} \cdot \frac{L}{2} = \frac{3 g}{5}$$

$$a_2 = L \cdot L = \frac{6 g}{5 L} \cdot L = \frac{6 g}{5}$$

10

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

Задача 3

1) $C = \frac{Q}{\nu \Delta T}$ Q - подведенное тепло; ν - кол-во молей газа;
 ΔT - изменение температуры
 при постоянном объеме: $C_V = \frac{5}{2} R$
 при постоянном давлении: $C_P = \frac{7}{2} R$

2) $U = \frac{5}{2} \nu R T$ ($f=5$) 2
 $\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$ - изменение внутренней энергии 2
 $\Delta U = \frac{1}{n-1} A$ - в политропном процессе
 П.к. $PV^2 = \text{const}$, $n=2$: $\Delta U = A$

3) $A = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1-n}$ 2
 $A = \frac{(2,5 \cdot 10^4) \cdot 2 - (10^5) \cdot 1}{1-2}$
 $P_1 V_1^2 = P_2 V_2^2$
 $10^5 \cdot 1^2 = P_2 \cdot 2^2$
 $P_2 = \frac{10^5}{4} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$
 $A = \frac{5 \cdot 10^4 - 10^5}{-1} = 5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ 3

4) $Q = \Delta U + A$
 $\Delta U = A = 5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$
 $Q = 5 \cdot 10^4 + 5 \cdot 10^4 = 10^5 \text{ Дж}$ X

5) $C = \frac{Q}{\nu \Delta T}$
 $C = C_V + \frac{R}{n-1}$
 $C_V = \frac{5}{2} R$, $C_P = \frac{7}{2} R$
 при $n=2$:
 $C = \frac{5}{2} R + R = \frac{7}{2} R$ X

Задача 4

Дано:
 $P_0 = 1400 \text{ Вт}$
 $T_{\text{окр}} = 20^\circ \text{C}$
 $\alpha = 42 \text{ Вт/}^\circ \text{C}$

1) $\eta = k(T - T_{\text{окр}})$ 2
 $k = \frac{0 - 0,12}{60 - 20} = -0,005$
 $\eta = -0,005(T - 20) + 0,12$
 $\eta = 0,12 - 0,005(T - 20)$

2) $P_{\text{тепло}} = P_0 - P_{\text{полезн}}$
 $P_{\text{тепло}} = \alpha(T - T_{\text{окр}})$ 2
 $P_{\text{тепло}} = P_0(1 - \eta)$
 $\alpha(T - T_{\text{окр}}) = P_0(1 - \eta)$
 $42(T - 20) = 1400(1 - (0,12 - 0,005(T - 20)))$

3) $42T - 840 = 1400(0,88 + 0,005T)$
 $42T - 840 = 980 + 7T$
 $35T = 1820$
 $T = \frac{1820}{35} \approx 52^\circ \text{C}$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$4) P_{\text{нагрузки}} = \eta P_0$$

$$P_{\text{нагрузки}} = (0,2 - 0,005(52 - 10)) \cdot 1400$$

$$P_{\text{н.}} = (0,2 - 0,005 \cdot 32) \cdot 1400$$

$$P_{\text{н.}} = 0,04 \cdot 1400$$

$$P_{\text{нагрузки}} = 56 \text{ Вт}$$

20

Отв: $T \approx 52^\circ\text{C}$, $P_{\text{нагрузки}} = 56 \text{ Вт}$

Задача №3

1) $Q = I^2 R t$ Q - кол-во выделенной теплоты; I - сила тока; R - сопротивление участка цепи; t - время протекания тока

2

$$2) U_{\text{наог}} = U_0$$

$$U_{\text{наог}} = U \frac{l}{l_{\text{max}}}$$

$$U_0 = U \frac{l_{\text{отк}}}{l_{\text{max}}}$$

$$l_{\text{отк}} = l_{\text{max}} \frac{U_0}{U}$$

$$3) \eta = \frac{P_{\text{наог}}}{P_{\text{абл.}}}$$

$$P_{\text{наог}} = I U_{\text{наог}}$$

$$P_{\text{абл.}} = I U$$

$$\eta = \frac{I U \frac{l}{l_{\text{max}}}}{I U} = \frac{l}{l_{\text{max}}}$$

$$\eta(l) = \frac{l}{l_{\text{max}}}$$

При $l = 0$ КПД равен 0, при $l = l_{\text{max}}$ КПД достигает 100%